

## Листок 16. Работа, законы сохранения, принцип Даламбера.

Задачи 1, 2, 3, 4, 5(1),2),3) составляют необходимый минимум в этом листке.

---

1. Невесомый жесткий стержень с двумя точечными массами на концах движется в плоскости под действием внешних сил (неважно каких). Докажите, что суммарная работа сил натяжения стержня, при любом его перемещении равна нулю.
2. Определите траекторию движения шарика массы  $m$ , скатывающегося по поверхности гладкого цилиндра массы  $M$  и радиуса  $R$ , лежащего на гладкой горизонтальной плоскости
3. Однородная нерастяжимая массивная цепь соскальзывает под действием силы тяжести с гладкого блока радиуса  $R$ . В начальный момент с двух сторон блока свисали куски цепи длины  $\ell_1$  и  $\ell_2$ , и цепь находилась в состоянии покоя. Какова будет скорость цепи в момент, когда она соскользнет с блока?
4. Два невесомых стержня  $AB$  и  $BC$  соединены шарниром  $B$ . Конец  $A$  стержня  $AB$  закреплен шарнирно на вертикальной стене, а конец  $C$  стержня  $BC$  может скользить без трения вдоль горизонтальной прямой. К шарниру  $B$  приложена действующая вертикально вниз сила величиной  $Q$ . Какую горизонтальную силу надо приложить в точке  $C$ , чтобы положение, в котором стержни  $AB$  и  $BC$  наклонены под углами, соответственно,  $\alpha$  и  $\beta$  к горизонтали, было равновесным?
5. Невесомый жесткий стержень длины  $l$ , на концах которого закреплены грузы массы  $m$ , а посередине — груз массы  $M$ , опускается под действием силы тяжести из вертикального положения в горизонтальное. При этом один его конец перемещается вдоль гладкой вертикальной стены вниз, а другой — скользит по горизонтальной поверхности вправо (см. рисунок).
  - 1) Определите конфигурационное пространство модели, все активные и реактивные силы, действующие на грузы.
  - 2) Составьте уравнение(я) движения системы,
    - а) пользуясь принципом Даламбера;
    - б) пользуясь законами сохранения.
  - 3) Определите зависимость угловой скорости падения стержня  $\frac{d}{dt}\phi$  от угла  $\phi$  (см. рис.).
6. Два груза массы  $m_1$  и  $m_2$  закреплены на концах невесомого нерастяжимого стержня длины  $l$ . Груз  $m_1$  скользит без трения вдоль горизонтальной прямой. Груз  $m_2$  свободно вращается в вертикальной плоскости вокруг груза  $m_1$  (см. рисунок).
  - 1) Определите конфигурационное пространство модели.
  - 2) Составьте уравнение(я) движения системы,
    - а) пользуясь принципом Даламбера;
    - б) пользуясь законами сохранения.
  - 3) В начальный момент времени груз  $m_1$  покоится, стержень наклонен под углом  $\phi$  к горизонтальной оси и имеет угловую скорость  $\frac{d}{dt}\phi = \omega$ . По какой траектории будет двигаться груз  $m_2$ ? При каких значениях начальных данных стержень будет совершать полные обороты вокруг груза  $m_1$ ?

7. Изменим условия задачи 5: пусть  $M = 0$ , а верхний конец стержня не закреплен на вертикальной стене, а лишь опирается на нее (неудерживающая связь).

1) Определите конфигурационное пространство модели.

2) Уточните, при каких обстоятельствах происходит отделение верхнего конца стержня от стены. На какой высоте произойдет отделение верхнего конца стержня от стены?

8. а) Определите силу гравитационного притяжения, действующую на материальную точку единичной массы, находящуюся на расстоянии  $R$  от центра однородной сферы массы  $m$  и радиуса  $r$  (рассмотрите случаи  $R > r$  и  $R < r$ ). Вычислите потенциал этой силы.

б) Та же задача для однородного шара массы  $m$  и радиуса  $r$ .

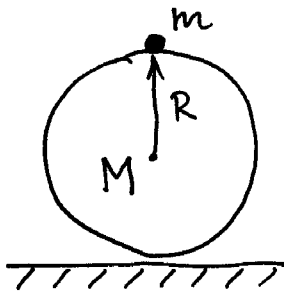


Рис. к зад. 2.

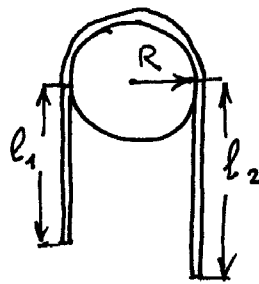


Рис. к зад. 3.

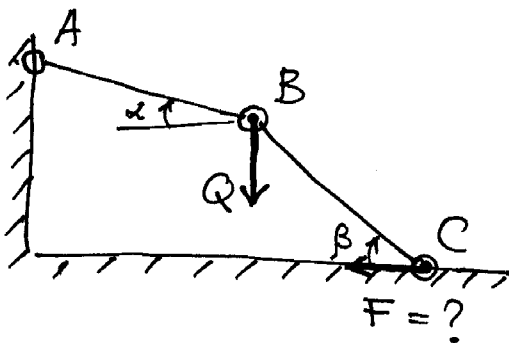


Рис. к зад. 4.

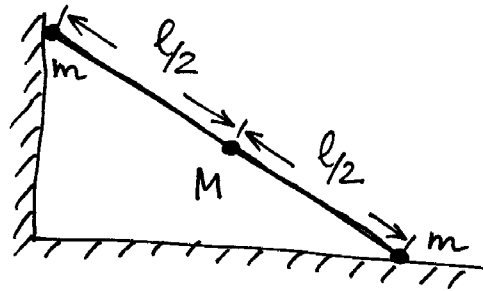


Рис. к зад. 5

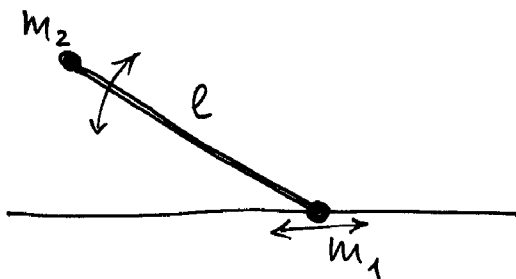


Рис. к зад. 6.